

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-241054

(43)Date of publication of application : 07.09.1999

(51)Int.Cl.

C09J 9/02

H01B 5/00

H01B 5/16

H01L 21/60

H01R 11/01

(21)Application number : 10-300763

(71)Applicant : SONY CHEM CORP

(22)Date of filing : 22.10.1998

(72)Inventor : YAMADA YUKIO

SAITO MASAO

SHINOZAKI JUNJI

TAKECHI MOTOHIDE

(30)Priority

Priority number : 09296005

Priority date : 28.10.1997

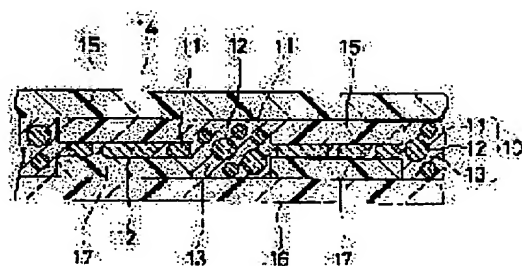
Priority country : JP

(54) ANISOTROPICALLY CONDUCTIVE ADHESIVE AND FILM FOR ADHESION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an anisotropically conductive adhesive which exhibits a high electric conduction reliability and a high electric insulation reliability even when an IC with a small bump or pitch is connected by dispersing, in an insulating adhesive, conductive particles which comprise at least two kinds of conductive particles different in average particle size and coated with an insulating resin insoluble in the insulating adhesive.

SOLUTION: A film 10 for anisotropic conductive adhesion is prep'd. by dispersing conductive particles 11 having a smaller average particle size and conductive particles 12 having a larger average particle size in an insulating adhesive 13. An IC chip 14 forms a bump 15; and a circuit board 16 forms a wiring pattern 17. The conductive particles 11, 12 are formed by coating the surfaces of polymeric core particles with a metal plating layer and then with an insulating resin layer. The film 10 for adhesion in the state of being inserted is thermally press bonded under heating and pressure. The insulating resin layer of the larger-size particle 12 between the bump 15 and the wiring pattern 17 is softened, melted, ruptured, and excluded, and the film becomes electrically conductive through the metal plating layer. The film becomes electrically conductive in the same way at the site of the smaller size particle, too.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

06.10.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the

examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3296306

[Date of registration] 12.04.2002

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-241054

(43)公開日 平成11年(1999) 9月7日

| (51)Int.Cl. ⁸ | 識別記号 | F I |
|-------------------------------|-------|-----------------------|
| C 0 9 J 9/02 | | C 0 9 J 9/02 |
| H 0 1 B 5/00 | | H 0 1 B 5/00 K |
| 5/16 | | 5/16 |
| H 0 1 L 21/60 | 3 1 1 | H 0 1 L 21/60 3 1 1 S |
| H 0 1 R 11/01 | | H 0 1 R 11/01 H |
| 審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 11 頁) | | |

(21)出願番号 特願平10-300763

(22)出願日 平成10年(1998)10月22日

(31)優先権主張番号 特願平9-296005

(32)優先日 平9(1997)10月28日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000108410

ソニーケミカル株式会社

東京都中央区日本橋室町1丁目6番3号

(72)発明者 山田 幸男

栃木県鹿沼市さつき町12-3 ソニーケミカル株式会社内

(72)発明者 斉藤 雅男

栃木県鹿沼市さつき町12-3 ソニーケミカル株式会社内

(72)発明者 篠崎 潤二

栃木県鹿沼市さつき町12-3 ソニーケミカル株式会社内

(74)代理人 弁理士 柳原 成

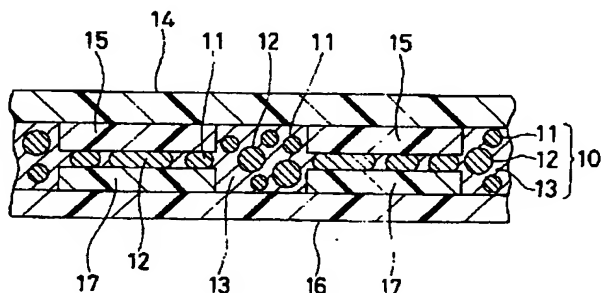
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 異方導電性接着剤および接着用膜

(57)【要約】

【課題】 パンプまたはピッチの小さいICを接続する場合でも、ショートや回路パターンへのダメージを与えることなく、高い導通信頼性と高い絶縁信頼性が得られ、しかも低コストで容易に接続することができる異方導電性接着剤を提供する。

【解決手段】 絶縁性接着剤13中に絶縁被覆された平均粒径の異なる導電粒子11、12が分散した異方導電性接着剤。



10 異方導電性接着剤用膜

11 平均粒径の小さい導電粒子

12 平均粒径の大きい導電粒子

13 絶縁性接着剤

14 ICチップ

15 パンプ

16 回路基板

17 配線パターン

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 絶縁性接着剤中に導電粒子が分散された異方導電性接着剤であって、

前記導電粒子は平均粒径が異なる 2 種以上の導電粒子であり、かつこれらの導電粒子は絶縁性接着剤に不溶な絶縁性樹脂で被覆された絶縁被覆導電粒子であることを特徴とする異方導電性接着剤。

【請求項 2】 平均粒径が異なる 2 種以上の導電粒子が加圧により変形する粒子であることを特徴とする請求項 1 記載の異方導電性接着剤。

【請求項 3】 平均粒径の小さい導電粒子の硬度が、平均粒径の大きい導電粒子と同等か、それ以上の硬度を有することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の異方導電性接着剤。

【請求項 4】 平均粒径の小さい導電粒子の K 値が 350 kg f/mm^2 以上、平均粒径の大きい導電粒子の K 値が 450 kg f/mm^2 以下であり、平均粒径の小さい導電粒子の K 値が平均粒径の大きい導電粒子の K 値より相対的に大きいことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の異方導電性接着剤。

【請求項 5】 平均粒子径の小さい導電粒子の含有個数が平均粒径の大きい導電粒子の含有個数より多いことを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の異方導電性接着剤。

【請求項 6】 平均粒径が $3 \pm 0.5 \mu\text{m}$ と $5 \pm 0.5 \mu\text{m}$ の 2 種類の導電粒子が分散されてなることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の異方導電性接着剤。

【請求項 7】 IC チップと回路基板とを接続する IC チップ接続用である請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の異方導電性接着剤。

【請求項 8】 IC チップに形成された $4000 \mu\text{m}^2$ 以下の微小バンプと回路基板とを接続する IC チップ接続用である請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の異方導電性接着剤。

【請求項 9】 請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の異方導電性接着剤からなる異方導電性接着用膜。

【請求項 10】 IC チップと回路基板とを接続する IC チップ接続用である請求項 9 記載の異方導電性接着用膜。

【請求項 11】 IC チップに形成された $4000 \mu\text{m}^2$ 以下の微小バンプと回路基板とを接続する IC チップ接続用である請求項 9 記載の異方導電性接着用膜。

【請求項 12】 単位面積当りの膜中に含有される平均粒径の小さい導電粒子の含有量が $30000 \sim 80000$ 個/ mm^2 の範囲であり、平均粒径の大きい導電粒子の含有量が $10000 \sim 30000$ 個/ mm^2 の範囲であることを特徴とする請求項 9 ないし 11 のいずれかに記載の異方導電性接着用膜。

【請求項 13】 膜の厚みが、接続を行う IC チップの

バンプ高さと回路基板上の配線パターンの高さとを合せた厚みに対して 1 ～ 3 倍である請求項 9 ないし 12 のいずれかに記載の異方導電性接着用膜。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、相対峙する回路を電気的に接続すると共に接着固定するために用いられる回路接続用の異方導電性接着剤およびこれからなる異方導電性接着用膜に関し、特に IC チップを直接回路に接続する、いわゆるフリップチップボンディングに好適に用いられる異方導電性接着剤およびこれからなる異方導電性接着用膜に関する。

【0002】

【従来の技術】 電子部品の軽量薄型化に伴い、これら電子部品に適用する実装方式として、IC チップを直接実装するベアチップ実装、またはフリップチップボンディング方式が用いられている。回路基板上に IC チップを直接実装する方法としては、1) IC 電極と回路端子を金線で接続するワイヤーボンディング方式、2) IC 電極と回路端子を半田リフローで接続するフェイスダウン方式、3) IC チップにバンプを形成して、異方導電性接着剤により接続する方式等があげられる。これらの中では、特に異方導電性接着剤（異方導電性接着剤を剥離フィルム上に塗布して加熱・乾燥してフィルム状にした異方導電性接着用膜を含む）方式が、手軽で導通信頼性が高く、しかも封止の必要がないため、最小のコストで高密度実装が可能になる等のメリットがあり、最近広く用いられるようになっている。

【0003】 しかしながら、ますますファインピッチ化、および IC バンプ（突起電極）の面積の微小化に伴い、異方導電性接着剤中に含まれる導電粒子の粒径を小さくする必要があり、また導通信頼性を向上させるために導電粒子の配合量を増加させる傾向になっている。しかしながら、導電粒子の粒径を小さくすると二次凝集により接続のバラツキやパターン間のショートが問題となり、配合量を増すとやはりパターン間のショートが問題となってくる。

【0004】 この対策として、導電粒子の表面を絶縁層で被覆した絶縁コート粒子を用いたり、異方導電性接着用膜を多層化して接続の際に電極からの導電粒子の流出を防止する試みもなされている。しかしながら絶縁コート粒子を用いる場合、その硬度、弾性によって長期間の導通信頼性が低下することが懸念される。また絶縁コート粒子としては平均粒径が $5 \mu\text{m}$ 程度のものが主に使用されているが、この粒子の配合量を増加すると、例えば膜当り 40000 個/ mm^2 程度配合すると、バンプ間が $10 \mu\text{m}$ 以下のピッチの小さいファインピッチ IC の接続では絶縁信頼性を維持するのが困難になる。

【0005】 一方、多層化した場合、導電粒子の配合量を増加することができ、例えば平均粒径が $3 \mu\text{m}$ 程度の

粒径が小さい導電粒子を膜当り80000個/mm²程度まで配合することができるが、この場合高精度のバンブを作成する必要があるほか、接続する際のプレス精度を厳しく管理する必要があるなど、コスト高になる。

【0006】ところで特開平4-174980号には、加熱により変形する導電粒子の表面を熱可塑性絶縁層で被覆した絶縁被覆粒子と、この絶縁被覆粒子より硬質である厚み制御粒子とを、加熱により塑性流動性を示す絶縁性接着剤中に含有させた回路の接続部材が記載されている。

【0007】しかしながら、この接続部材は、厚み制御粒子が絶縁体の場合、この厚み制御粒子は導通には関与しないので高い導通信頼性が得られにくい。また厚み制御粒子が導体の場合は、配合量が多くなると短絡が起こり、絶縁信頼性が得られない。さらに厚み制御粒子は変形しないため、粒径バラツキがある場合、最も大粒径の粒子によって厚みが制御され、これより小粒径の粒子は導通に関与しないため導通信頼性にも欠ける。

【0008】また特開平9-102661号には、特定の圧縮硬さ(K値)と特定の変形回復率を有する導電性微粒子を用いた電極間の導電接続方法が記載されている。しかしながら、上記導電性微粒子を用いた場合でも、ファインピッチICの接続においては、高い導通信頼性と高い絶縁信頼性とを得るのは難しい。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、バンブまたはピッチの小さいICを接続する場合でも、ショートや回路パターンへのダメージを与えることなく、高い導通信頼性と高い絶縁信頼性が得られ、しかも低コストで容易に接続することができる異方導電性接着剤、およびそれからなる異方導電性接着用膜を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は次の異方導電性接着剤およびそれからなる異方導電性接着用膜である。

(1) 絶縁性接着剤中に導電粒子が分散された異方導電性接着剤であって、前記導電粒子は平均粒径が異なる2種以上の導電粒子であり、かつこれらの導電粒子は絶縁性接着剤に不溶な絶縁性樹脂で被覆された絶縁被覆導電粒子であることを特徴とする異方導電性接着剤。

(2) 平均粒径が異なる2種以上の導電粒子が加圧により変形する粒子であることを特徴とする上記(1)記載の異方導電性接着剤。

(3) 平均粒径の小さい導電粒子の硬度が、平均粒径の大きい導電粒子と同等か、それ以上の硬度を有することを特徴とする上記(1)または(2)記載の異方導電性接着剤。

(4) 平均粒径の小さい導電粒子のK値が350kgf/mm²以上、平均粒径の大きい導電粒子のK値が450kgf/mm²以下であり、平均粒径の小さい導電

粒子のK値が平均粒径の大きい導電粒子のK値より相対的に大きいことを特徴とする上記(1)ないし(3)のいずれかに記載の異方導電性接着剤。

(5) 平均粒径の小さい導電粒子の含有個数が平均粒径の大きい導電粒子の含有個数より多いことを特徴とする上記(1)ないし(4)のいずれかに記載の異方導電性接着剤。

(6) 平均粒径が3±0.5μmと5±0.5μmの2種類の導電粒子が分散されてなることを特徴とする上記(1)ないし(5)のいずれかに記載の異方導電性接着剤。

(7) ICチップと回路基板とを接続するICチップ接続用である上記(1)ないし(6)のいずれかに記載の異方導電性接着剤。

(8) ICチップに形成された4000μm²以下の微小バンブと回路基板とを接続するICチップ接続用である上記(1)ないし(7)のいずれかに記載の異方導電性接着剤。

(9) 上記(1)ないし(8)のいずれかに記載の異方導電性接着剤からなる異方導電性接着用膜。

(10) ICチップと回路基板とを接続するICチップ接続用である上記(9)記載の異方導電性接着用膜。

(11) ICチップに形成された4000μm²以下の微小バンブと回路基板とを接続するICチップ接続用である上記(9)記載の異方導電性接着用膜。

(12) 単位面積当りの膜中に含有される平均粒径の小さい導電粒子の含有量が30000～80000個/mm²の範囲であり、平均粒径の大きい導電粒子の含有量が10000～30000個/mm²の範囲であることを特徴とする上記(9)ないし(11)のいずれかに記載の異方導電性接着用膜。

(13) 膜の厚みが、接続を行うICチップのバンブ高さと回路基板上の配線パターンの高さとを合せた厚みに対して1～3倍である上記(9)ないし(12)のいずれかに記載の異方導電性接着用膜。

【0011】本発明で用いる絶縁性接着剤としては、各種の熱硬化性樹脂、熱可塑性の樹脂やゴムを用いることができる。接続後の信頼性の点から熱硬化性の樹脂が好ましい。熱硬化性樹脂としては、エポキシ樹脂、メラミン樹脂、フェノール樹脂、ジアリルフタレート樹脂、ビスマレイミドトリアジン樹脂、ポリエステル樹脂、ポリウレタン樹脂、フェノキシ樹脂、ポリアミド樹脂またはポリイミド樹脂等の合成樹脂；ヒドロキシル基、カルボキシル基、ビニル基、アミノ基またはエポキシ基等の官能基を含むゴムやエラストマなどを用いることができる。これらの中でも特にエポキシ樹脂が各種特性の点で好ましく使用できる。

【0012】エポキシ樹脂としては、ビスフェノール型エポキシ樹脂、エポキシノボラック樹脂または分子内に2個以上のオキシラン基を有するエポキシ化合物等が使

用できる。これらのエポキシ樹脂は、不純物イオン特に塩素イオンが50ppm以下の高純度品を用いることが好ましい。

【0013】本発明で用いる導電粒子は、金属粒子または高分子核材粒子を導電材で被覆した導電被覆粒子などの導電性の粒子を、前記絶縁性接着剤に不溶な絶縁性樹脂で被覆した絶縁被覆導電粒子である。上記金属粒子としては、ニッケルまたは半田等の金属粒子があげられる。

【0014】前記導電被覆粒子を構成する高分子核材粒子としては、エポキシ樹脂、スチレン樹脂、シリコーン樹脂、アクリル樹脂、アクリル/スチレン樹脂（アクリレートとスチレンとの共重合体）、ポリオレフィン樹脂、メラミン樹脂またはベンゾグアナミン樹脂等の合成樹脂、ジビニルベンゼン架橋体；NBRまたはSBR等の合成ゴム；これらの混合物などからなる粒子が使用できる。これらの中ではスチレン樹脂、アクリル樹脂、アクリル/スチレン樹脂、ベンゾグアナミン樹脂、ジビニルベンゼン架橋体が好ましい。高分子核材粒子の硬度または弾性等は特に制限されず、適宜所望する硬度または弾性等を有するものを選択することができる。

【0015】上記高分子核材粒子を被覆する導電材としては、ニッケル、金、銅等の金属が1種または2種以上使用できる。導電材は高分子核材粒子表面に無電解または電解メッキにより膜状に被覆されているのが好ましい。導電材の膜厚は5~300nm、好ましくは10~200nmであるのが望ましい。特に下地としてニッケルメッキを施し、その上に金メッキを施したものが好ましく、この場合、ニッケル下地メッキの膜厚は10~300nm、好ましくは30~200nm、金メッキの膜厚は5~100nm、好ましくは10~30nmとするのが望ましい。

【0016】前記金属粒子または導電被覆粒子を被覆する絶縁性樹脂としては、前記絶縁性接着剤に不溶であり、熱圧着により被覆が溶融または破壊されて導電性を付与する絶縁性の樹脂が制限なく使用できるが、アクリル樹脂、スチレン樹脂またはアクリル/スチレン樹脂が好ましい。絶縁性樹脂は金属粒子または導電被覆粒子表面に膜状に絶縁被覆されているのが好ましく、特にアクリル樹脂架橋膜、スチレン樹脂架橋膜またはアクリル/スチレン樹脂架橋膜で絶縁被覆されているのが好ましい。絶縁性樹脂の膜厚は0.05~2μm、好ましくは0.1~0.5μmであるのが望ましい。

【0017】本発明で用いる平均粒径が異なる2種以上の導電粒子は、本発明の異方導電性接着剤または接着用膜を使用する際の接着温度、例えば200℃では熱変形を起こさず、接着する際の接着圧力、例えば400kg

f/cm²—バンプでは変形、特に弾性変形するものが好ましい。具体的には、高分子核材粒子がスチレン樹脂、アクリル樹脂、アクリル/スチレン樹脂またはベンゾグアナミン樹脂の弾性を有する樹脂からなる導電粒子が好ましい。

【0018】本発明では平均粒径の異なる2種以上の前記導電粒子を用いる。各導電粒子の平均粒径は1~10μm、好ましくは2~7μmであるのが望ましく、特にバンプ面積が4000μm²以下またはバンプ間が10μm以下の微小バンプのバンプと配線パターンとの接続に用いる場合は2~7μm、好ましくは3~6μmであるのが望ましい。平均粒径が1μm未満では粒子が二次凝集を起こしやすくなるほか、製造上の取扱が難しくなる。また10μmを超えると絶縁幅の狭い微細回路での絶縁性が低下する。

【0019】以下、2種類の導電粒子を用いた場合を例にして詳しく説明する。導電粒子の平均粒径の差は0.5~5μm、好ましくは1~3μmであるのが望ましい。バンプ面積が4000μm²以下またはバンプ間隔が10μm以下の微小バンプのバンプと配線パターンとの接続に用いる場合、平均粒径が3±0.5μmの導電粒子と5±0.5μmの導電粒子とを組み合わせる用いるのが好ましい。

【0020】また平均粒径が小さい導電粒子の硬度は平均粒径が大きい導電粒子の硬度と同等かそれ以上の硬度を有しているのが好ましい。具体的には、平均粒径の小さい導電粒子のK値は350kgf/mm²以上、好ましくは500kgf/mm²以上であり、平均粒径の大きい導電粒子のK値は450kgf/mm²以下、好ましくは100~450kgf/mm²であって、平均粒径の小さい導電粒子のK値が平均粒径の大きい導電粒子のK値より相対的に大きいのが好ましい。特に、50kgf/mm²以上、好ましくは100kgf/mm²以上大きいのが望ましい。平均粒径が3±0.5μmと5±0.5μmの2種類の導電粒子を用いる場合、3±0.5μmの導電粒子のK値は450kgf/mm²以上、好ましくは600kgf/mm²以上、5±0.5μmの導電粒子のK値は450kgf/mm²以下、好ましくは100~450kgf/mm²であって、K値の差が50kgf/mm²以上、好ましくは100kgf/mm²以上であるのが望ましい。

【0021】ここで、上記K値について説明する。ランダウーリフシッツ理論物理学教程『弾性理論』（東京図書1972年発行）42頁によれば、半径がそれぞれR、R'の二つの弾性球体の接触問題は次式により与えられる。

【数1】

$$h = F^{2/3} [D^2 (1/R + 1/R')]]^{1/3} \quad \dots (1)$$

$$D = (3/4) [(1 - \sigma^2)/E + (1 - \sigma'^2)/E'] \quad \dots (2)$$

（式中、hはR+R'と両球の中心間の距離の差、Fは

圧縮力、E、E'は二つの弾性球の弾性率、σ、σ'は

弾性球のポアッソン比を表す。) 一方の球を剛体の板に置き換えて他方の球と接触させ、かつ両側から圧縮する場合、 $R' \rightarrow \infty$ 、 $E \gg E'$ とすると、近似的に次式が得

$$F = (2^{1/2}/3) (S^{3/2}) (E \cdot R^{1/2}) (1 - \sigma^2) \quad \dots (3)$$

(式中、Sは圧縮変形量を表す。)

【数3】

【0022】ここで、次式によりK値を定義する。

$$K = E / (1 - \sigma^2) \quad \dots (4)$$

式(3)と式(4)から容易に次式が得られる。

【数4】

$$K = (3/\sqrt{2}) \cdot F \cdot S^{-3/2} \cdot R^{-1/2} \quad \dots (5)$$

このK値は球体の硬さ(硬度)を普遍的かつ定量的に表すものである。従って、K値により微粒子の硬さを定量的かつ一義的に表すことが可能である。

【0023】K値は下記測定方法により測定することができる。平滑表面を有する鋼板の上に試料粒子を散布し、その中から1個の試料粒子を選ぶ。次に、粉体圧縮試験機(例えば、PCT-200型、島津製作所製)を用いて、ダイヤモンド製の直径50 μ mの円柱の平滑な端面で試料粒子を圧縮する。この際、圧縮荷重を電磁力として電気的に検出し、圧縮変位を作動トランスによる変位として電気的に検出する。そして図1に示す圧縮変位-荷重の関係が求められる。この図から試料粒子の10%圧縮変形における荷重値と圧縮変位がそれぞれ求められ、これらの値と式(5)から図2に示すK値と圧縮歪みの関係が求められる。ただし、圧縮歪みは圧縮変位を試料粒子の粒子径で割った値を%で表したものである。測定条件は以下の通りである。

圧縮速度： 定負荷速度圧縮方式で毎秒0.27グラム重(g r f)の割合で荷重を増加させる。

$$R \text{ 圧縮 (回復率)} = (L_2/L_1) \times 100 \quad \dots (6)$$

測定条件は次の通りである。

反転荷重値： 1.0 g r f

原点荷重値： 0.1 g r f

負荷および除負荷における圧縮速度： 0.27 g r f / sec

測定温度： 20 $^{\circ}$ C

【0025】本発明の異方導電性接着剤中の導電粒子の含有量は、平均粒径の小さい導電粒子の含有個数が平均粒径の大きい導電粒子の含有個数より多いのが好ましい。具体的には、平均粒径の小さい導電粒子の含有量は、30000~80000個/mm²、好ましくは30000~50000個/mm²、平均粒径の大きい導電粒子の含有量は、10000~30000個/mm²、好ましくは15000~30000個/mm²であるのが望ましい。また平均粒径の小さい導電粒子含有量/平均粒径の大きい導電粒子含有量の比は、個数の比で1.1~8、好ましくは1.3~4であるのが望ましい。平均粒径が3 \pm 0.5 μ mと5 \pm 0.5 μ mの2種類の導電粒子を用いる場合も、上記含有量が好ましい。

【0026】なお上記個数は、本発明の異方導電性接着剤から接着用膜を形成し、この膜(接続に使用する前の

られる。

【数2】

試験荷重： 最大10 g r f

測定温度： 20 $^{\circ}$ C

【0024】本発明で用いる導電粒子は、下記方法で測定した1g荷重圧縮回復率(R)が5~80%、好ましくは30~80%であるのが望ましい。平滑表面を有する鋼板の上に試料粒子を散布し、その中から1個の試料粒子を選ぶ。次に、粉体圧縮試験機(例えば、PCT-200型、島津製作所製)を用いて、ダイヤモンド製の直径50 μ mの円柱の平滑な端面で試料粒子を圧縮する。この際、圧縮荷重を電磁力として電気的に検出し、圧縮変位を作動トランスによる変位として電気的に検出する。そして、図3に示すように試料粒子を反転荷重値まで圧縮した後(図中の曲線a)、逆に荷重を減らして行き(図中の曲線b)荷重と圧縮変位との関係を測定する。ただし、除荷重における終点は荷重値ゼロではなく、0.1gの原点荷重値とする。圧縮回復率は反転の点までの変位L₁と反転の点から原点荷重値をとる点までの変位差L₂の比を%で表した値で定義する。

【数5】

膜)の単位面積当りの膜に含まれる個数、すなわち膜の表面における面積1mm²を底面とし、膜厚を高さとする直方体中に含まれる個数である。この場合、直方体の側面で切断される導電粒子は1/2個と数える。なお、上記膜厚は接続に用いる膜の膜厚とする。従って、導電粒子の密度をより大きくすると、膜厚をより薄くした状態で使用することができ、逆に導電粒子の密度をより小さくすると、膜厚をより厚くした状態で使用するのが好ましい。平均粒径の大きい導電粒子および平均粒径の小さい導電粒子を前記個数で含有している場合、接着後のパンプ面上には、平均粒径の大きい導電粒子が、平均-3 σ (σ は標準偏差を示す)で1個/1パンプ以上、平均粒径の小さい導電粒子が、平均-3 σ で5個/1パンプ以上通常存在する。なお導電粒子の膜中の含有個数は、光学顕微鏡を用い、500倍の倍率で写真を撮影し、200 μ m角中の粒子数を数え、その結果を1mm²に換算して求めることができる。

【0027】本発明で導電粒子として使用する前記絶縁被覆導電粒子は、例えば次のような方法により製造することができる。まず前記高分子核材粒子の表層部分を公知のハイブリダイゼーションシステムによる処理(以下

「ハイブリダイゼーション処理」という)によって改質する。ハイブリダイゼーション処理は、微粒子に微粒子を複合化するもので(例えば、粉体と工業VOL. 27, NO. 8, 1995, p35~42等参照)、母粒子と子粒子とを気相中に分散させながら、衝撃力を主体とする機械的熱エネルギーを粒子に与えることによって、粒子の固定化および成膜処理を行うものである。

【0028】図4は、ハイブリダイゼーション処理を施した高分子核材粒子の形態を模式的に示すものであり、図4(a)はシリコーンゴム粒子1aに対してニッケル粒子2を用いてハイブリダイゼーション処理を施したものの、図4(b)はベンゾグアナミン粒子1bに対してアクリル/スチレン粒子3を用いてハイブリダイゼーション処理を施したものを示す。

【0029】図4(a)に示すように、シリコーンゴム粒子1aに対してニッケル粒子2を用いてハイブリダイゼーション処理を施した場合には、母粒子であるシリコーンゴム粒子1aの表層部分に子粒子であるニッケル粒子2が埋め込まれるように改質され、改質高分子核材粒子5が得られる。

【0030】一方、図4(b)に示すように、ベンゾグアナミン粒子1bに対してアクリル/スチレン粒子3を用いてハイブリダイゼーション処理を施した場合には、母粒子であるベンゾグアナミン粒子1bの表層部分に子粒子であるアクリル・スチレン樹脂による薄膜4が形成されるように改質され、改質高分子核材粒子5が得られる。

【0031】次に、ハイブリダイゼーション処理した改質高分子核材粒子5を金属めっきすることにより、図4(c)に示すような、改質高分子核材粒子5表面が金属めっき6により被覆された導電被覆粒子7を得る。金属めっき6は公知の方法により行うことができるが、この場合改質高分子核材粒子5の表面は金属めっき6との密着性が向上するように改質されているので、従来の技術では困難であったシリコーンゴムからなる粒子1aに対しても容易に金属めっき6を施すことができる。

【0032】次に上記導電被覆粒子7表面に絶縁性樹脂層8を形成し、絶縁被覆導電粒子9を得る。絶縁性樹脂層8を形成するには、前記ハイブリダイゼーション処理、静電塗装法、噴霧法、溶液塗布法、熱熔融被覆法、高速攪拌法など、公知の方法が採用できる。またアクリル樹脂架橋膜またはスチレン樹脂架橋膜などの絶縁性樹脂層9を形成する場合も、前記ハイブリダイゼーション処理などの方法により行うことができる。

【0033】本発明の異方導電性接着剤中には、前記導電粒子の他に、熱反応性樹脂類の硬化剤、シランカップリング剤、フィルム形成性樹脂等の他の成分を必要に応じ配合することができる。本発明の異方導電性接着剤は、絶縁性接着剤中に導電粒子および必要により配合する他の成分を配合し、均一に分散させることにより製造

することができる。

【0034】本発明の異方導電性接着剤は、相對峙する回路を電氣的に接続するとともに接着固定するために用いられる。例えば、ICチップの接続端子と回路基板上の接続端子(配線パターン)とを接続するICチップ接続用、液晶パネルの接続端子と回路基板上の接続端子との接続用などに用いられる。これらの中ではICチップ接続用に用いるのが好ましく、特にICチップを直接回路基板上に接続するいわゆるフリップチップボンディングの接続に用いるのが好ましく、中でもバンパ(突起電極)を有するICチップのフリップチップボンディングの接続に用いるのが好ましい。バンパの大きさは特に限定されないが、 $4000\mu\text{m}^2$ 以下であるのが好ましい。このような小さいバンパを接続する場合でも、高精度のバンパを作成する必要はない。

【0035】接続は、温度 $150\sim 250^\circ\text{C}$ 、好ましくは $180\sim 220^\circ\text{C}$ 、圧力 $50\sim 3000\text{kgf/cm}^2$ —バンパ、好ましくは $100\sim 1500\text{kgf/cm}^2$ —バンパ、時間 $2\sim 30$ 秒、好ましくは $3\sim 20$ 秒の条件で圧着して行うのが望ましい。

【0036】接続後は、相對峙する回路同士は導通性が確保され、また隣接するバンパ間または配線パターン間では絶縁性が確保されるので、電氣的異方性が維持された状態で接着固定することができる。

【0037】本発明の異方導電性接着用膜は前記異方導電性接着剤からなるフィルムである。膜厚は特に限定されないが、通常 $5\sim 200\mu\text{m}$ 、好ましくは $10\sim 100\mu\text{m}$ とするのが望ましい。バンパを有するICチップの接続に使用する場合は、接続を行うICチップのバンパ高さと、回路基板上の配線パターンの高さとを合せた厚みに対して $1\sim 3$ 倍、好ましくは $1\sim 2$ 倍の膜厚を有する接着用膜を使用するのが好ましい。膜厚が上記値より大きい場合、圧着の際にバンパと配線パターンとの間から排除される接着剤の量が多くなるので、バンパと配線パターンとの間に保持される導電粒子が減少する。保持量を多くするため導電粒子の配合量を多くすることもできるが、この場合コスト高になる。また排除された接着剤によりプレスヘッドが汚れるなど、作業性が低下する。一方膜厚が上記値より小さいと、圧着の際にバンパ間または配線パターン間に接着剤が行き渡らず、接着力が低下する場合がある。本発明の異方導電性接着用膜中に含まれる導電粒子の個数は前記接着剤中の個数と同じであるのが好ましい。

【0038】本発明の異方導電性接着用膜は単層であってもよく、片面または両面に1層以上の他の層が積層されていてもよい。他の層を積層することにより、接続(接着)の際に電極からの導電粒子の流出を防止することができる。また最外層に保管および取扱いを容易にするためのカバーフィルムを積層することもできる。

【0039】本発明の異方導電性接着用膜は前記接着剤

と同様の用途に使用することができ、同様にしてICチップ等の接続端子と回路基板上の接続端子とを接続することができる。

【0040】本発明の異方導電性接着剤および接着用膜は、平均粒径の異なる2種以上の導電粒子を含有しているので、導電粒子の凝集を防止して配合量を多くすることができ、これによりバンブまたはピッチの小さいICを接続する場合でも、ショートや回路パターンへのダメージを与えることなく、高い導通信頼性と高い絶縁信頼性を確保した状態で容易に低コストで接続することができる。

【0041】このような異方導電性接着剤および接着用膜の中でも、導電粒子が加圧により変形し、しかも平均粒径の大きい導電粒子の硬度が平均粒径の小さい導電粒子の硬度と同等かそれ以下の場合、圧着の際に平均粒径の大きい導電粒子がまず変形して相対峙する回路同士を導通させ、続いて平均粒径の小さい導電粒子も変形して回路同士を導通させるので、より高い導通信頼性が得られるので好ましい。この場合でも、隣接するバンブ間または配線パターン間は、絶縁性樹脂および絶縁性接着剤により高い絶縁信頼性が維持される。このように本発明においては、粒径の大きい粒子により圧着の際の厚みが制御されることはない。

【0042】

【発明の効果】本発明の異方導電性接着剤は、絶縁性接着剤中に絶縁被覆された平均粒径の異なる2種以上の導電粒子を含有しているのでバンブまたはピッチの小さいICを接続する場合でも、ショートや回路パターンへのダメージを与えることなく、高い導通信頼性と高い絶縁信頼性が得られ、しかも低コストで容易に接続することができる。本発明の異方導電性接着用膜は上記接着剤からなっているので、ピッチの小さいICを接続する場合でも、ショートや回路パターンへのダメージを与えることなく、高い導通信頼性と高い絶縁信頼性が得られ、しかも低コストで容易に接続することができ、しかもフィルム状であるので取扱性および作業性に優れている。

【0043】

【発明の実施の形態】本発明の異方導電性接着用膜を用いてICチップを接続した実施の形態を図面を用いて説明する。図5は、本発明の異方導電性接着用膜を用いてICチップを回路基板上に直接フリップチップボンディング方式により接続した垂直断面模式図であり、10は異方導電性接着用膜で、平均粒径の小さい導電粒子11と平均粒径の大きい導電粒子12とが絶縁性接着剤13中に分散している。14はICチップであって、バンブ15が形成されている。16は回路基板であって、配線パターン17が形成されている。導電粒子11、12は高分子核材粒子表面に金属めっき層が形成され、さらに絶縁樹脂層で被覆されているが、これらの層の図示は省略されている。

【0044】図5において、ICチップ14に形成されているバンブ15と回路基板16上の配線パターン17とは、導電粒子11、12上の金属めっき層（図示せず）により導通され、かつICチップ14と回路基板16とは絶縁性接着剤13により接着、固定されている。

【0045】図5のようにICチップ14と回路基板16とを接続するには、ICチップ14と回路基板16との間に異方導電性接着剤用膜10を介在させた状態で、バンブ15と配線パターン17とを上下に相対峙するように配置し、この状態で上下方向に加圧するとともに加熱して熱圧着する。これにより、まずバンブ15と配線パターン17との間に存在する平均粒径の大きい導電粒子12表面の絶縁性樹脂層が軟化ないし溶融あるいは破壊するとともに粒子が変形し、絶縁性樹脂層がバンブ15および配線パターン17の接触部から排除され、金属めっき層によりバンブ15と配線パターン17とが導通する。続いて、平均粒径の小さい導電粒子11においても、上記平均粒径の大きい導電粒子12の場合と同様にしてバンブ15と配線パターン17とが導通される。このように、本発明の異方導電性接着用膜10においては、平均粒径の大きい導電粒子12および平均粒径の小さい導電粒子11の両方によりバンブ15と配線パターン17とが導通するので、高い導通信頼性が得られる。この場合においても、隣接する導電粒子11、12間は絶縁性樹脂層および絶縁性接着剤13により絶縁性が確保される。

【0046】このように、異方導電性接着用膜10を用いることにより、ICチップ14と回路基板16との接着固定、バンブ15と配線パターン17との導通、および隣接回路間の絶縁を同時にしかも簡単に低コストで行うことができる。しかも本発明の異方導電性接着用膜10は、平均粒径の異なる導電粒子11、12を含有しているので、バンブ15面積が小さい場合やバンブ15の間隔が狭い場合でも、ショートや回路パターンへのダメージを与えることなく、高い導通信頼性と高い絶縁信頼性が得られる。

【0047】

【実施例】次に本発明の実施例について説明する。

実施例1

絶縁性接着剤としてエポキシ系樹脂組成物（高分子量ビスフェノールA系エポキシ樹脂33.3重量%、ナフタレン系エポキシ樹脂33.3重量%およびビスフェノールF系エポキシ分散型潜在性硬化剤33.3重量%を含む組成物）を用い、この絶縁性接着剤中に下記平均粒径3 μ mおよび5 μ mの2種類の導電粒子を配合し、異方導電性接着剤を調製した。

【0048】上記平均粒径3 μ mの導電粒子としては、ベンゾグアナミン樹脂からなる高分子核材粒子にAu/Niめっきを施し、さらにその表面を約0.3 μ mの膜厚のアクリル/スチレン樹脂架橋膜で絶縁コートした導

電粒子（以下、B粒子と略記する）を用いた。なおアクリル/スチレン樹脂架橋膜による絶縁被覆は、ハイブリダイゼーションシステムによる処理によって行った。このB粒子の配合量は30000個/mm²とした。

【0049】前記平均粒径5μmの導電粒子としては、アクリル/スチレン樹脂からなる高分子核材粒子にAu/Niめっきを施し、さらにその表面を約0.3μmの膜厚のアクリル/スチレン樹脂架橋膜で絶縁コートした導電粒子（以下、LL粒子と略記する）を用いた。

【0050】前記異方導電性接着剤をフィルム成形し、膜厚75μmの単層の異方導電性接着用膜を得た。この膜中のLL粒子の配合量は、単位面積当りの膜中に含有される個数として20000個/mm²であった。この異方導電性接着用膜を用いて、下記のようにしてICチップの導通評価および絶縁評価を行った。

【0051】《導通評価》

ICチップ：100μm×100μm角パット上にスタッドパンプを立て、パンプ面積1000、2000、3000、4000または5000μm²となるように平坦化処理を行い、評価用ICを作成した。パンプ高さはいずれも約40μm、ICサイズは6mm×6mmである。

基板：BT樹脂0.7mm厚の基板上に、18μm厚のCuおよびAuめっきで配線パターンを形成した基板。配線パターン間のピッチは150μm。

【0052】上記ICチップと基板との間（パンプ高さ+配線パターンの高さとの合計は約58μm）に前記異方導電性接着用膜を介在させた状態で、温度200℃、圧力400kgf/cm²—パンプの条件で20秒間加

熱加圧し、圧着して接続した。この接続サンプルを240℃、リフロー2回通した後、121℃、2.1atm飽和プレッシャークッカーテスト（PCT）100Hr後の抵抗上昇値で導通信頼性を評価した。結果を表1に示す。

○：抵抗上昇 0.1Ω以下

△：抵抗上昇 0.1Ωを超え0.3以下

×：抵抗上昇 0.3Ωを超える

【0053】《絶縁評価》

ICチップ：パンプサイズ=70μm×100μm、スペース=10μm、パンプ高さ=20μm、ICサイズ=6mm×6mm

基板：ガラス上にITO(Indium Tin Oxide)で配線パターンを作成した透明基板、ピッチ=80μm、ライン=70μm、スペース=10μm。ショートの原因の有無を顕微鏡で確認するため透明基板を使用。

【0054】上記ICチップと基板とを導通評価の場合と同様にして接続した。この接続サンプルを85℃、85%RH、1000Hrエージングした後、隣接する2ピン間に25V、1min印加し、絶縁抵抗を評価した。結果を表1に示す。

○：10⁸Ω以上

×：10⁸Ω未満

【0055】実施例2～5、比較例1～8

実施例1の導電粒子の種類および配合量を表1または表2に示すように変更した以外は実施例1と同様にして行った。結果を表1または表2に示す。

【0056】

【表1】

| | | 比較例1 | 比較例2 | 比較例3 | 実施例1 | 実施例2 | 実施例3 | 実施例4 |
|--|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 導電粒子の種類 | 3μm | B | B | — | B | B | B | LL |
| | 5μm | — | — | B | LL | LL | B | LL |
| 導電粒子の含有量 (個/mm ²) | 3μm | 40000 | 40000 | — | 30000 | 40000 | 30000 | 30000 |
| | 5μm | — | — | 40000 | 20000 | 30000 | 20000 | 20000 |
| 導電粒子のK値 (kgf/mm ²) | 3μm | 1081 | 1081 | — | 1081 | 1081 | 1081 | 397 |
| | 5μm | — | — | 1081 | 397 | 397 | 1081 | 397 |
| 導電粒子の圧縮 回復率R(%) | 3μm | 41 | 41 | — | 41 | 41 | 41 | 51 |
| | 5μm | — | — | 38 | 48 | 48 | 38 | 48 |
| 絶縁コートの有無 | 3μm | 無 | 有 | — | 有 | 有 | 有 | 有 |
| | 5μm | — | — | 有 | 有 | 有 | 有 | 有 |
| 接着用膜 | 膜厚(μm) | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 |
| | 形態 | 2層 *1 | 2層 *2 | 1層 | 1層 | 1層 | 1層 | 1層 |
| 導通評価に用いたICの パンプ面積 (μm ²) | | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 | 1000 | 3000 | 3000 |
| 導通信頼性 | | △ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 絶縁信頼性 | | × | ○ | × | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 接着時の作業性 | | 良好 | 良好 | 良好 | 良好 | 良好 | 良好 | 良好 |

【0057】

【表2】

表 2

| | | 比較例 4 | 比較例 5 | 比較例 6 | 実施例 5 | 比較例 7 | 比較例 8 |
|--|----------------------|----------|---------|----------|---------|----------|----------|
| 導電粒子の種類 | 3 μm | LL | B | B | B | B | B |
| | 5 μm | B | LL | LL | LL | LL | LL |
| 導電粒子の含有量 (個/ mm^2) | 3 μm | 30000 | 30000 | 30000 | 30000 | 10000 | 30000 |
| | 5 μm | 20000 | 20000 | 20000 | 20000 | 20000 | 10000 |
| 導電粒子のK値 (kgf/mm^2) | 3 μm | 397 | 1081 | 1081 | 1081 | 1081 | 1081 |
| | 5 μm | 1081 | 397 | 397 | 397 | 397 | 397 |
| 導電粒子の圧縮 回復率R (%) | 3 μm | 51 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| | 5 μm | 38 | 48 | 48 | 48 | 48 | 48 |
| 絶縁コートの有無 | 3 μm | 有 | 有 | 有 | 有 | 有 | 有 |
| | 5 μm | 有 | 有 | 有 | 有 | 有 | 有 |
| 接着用膜 | 膜厚 (μm) | 7.5 | 250 | 50 | 7.5 | 7.5 | 7.5 |
| | 形態 | 1層 | 1層 | 1層 | 2層 + 3 | 2層 | 2層 |
| 導通評価に用いた1Cの パンプ面積 (μm^2) | | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 |
| 導 通 性 質 | | Δ | \circ | Δ | \circ | Δ | Δ |
| 絶 縁 性 質 | | \circ | \circ | \circ | \circ | \circ | \circ |
| 接着時の作業性 | | 良好 | * 4 | * 5 | 良好 | 良好 | 良好 |

【0058】表1および表2の注

* 1 導電粒子を含む膜厚25 μm の異方導電性接着用膜に、膜厚50 μm の導電粒子を含有しない膜を積層したもの。この2層化接着膜は導電粒子を含む面を基板側にして使用。

* 2 * 1と同じ

* 3 * 1と同じ

* 4 ハミ出し多く、プレスヘッドを汚す

* 5 スペースをつめられなく接着力が低下し、剥離

【0059】試験例1

実施例1で用いたエポキシ系樹脂中に下記導電粒子を所定量配合して異方導電性接着剤を調製した。平均粒径5 μm のベンゾグアナミン樹脂からなる高分子核材に、Au/Niめっきを施し、さらにその表面を膜厚0.3 μm のアクリル/スチレン樹脂で絶縁コートしたB粒子。

【0060】上記接着剤をフィルム成形して膜厚75 μm の単層の接着用膜を得た。この接着用膜を用いて、パンプ面積が1000~5000 μm^2 の1Cチップの接続を実施例1と同様に行なった。

【0061】接着後、200℃に1Cチップを加熱して剥離し、パンプおよび基板上の粒子数を数え、合計した粒子数をパンプ上に存在していた粒子数としてカウントし、パンプ面上の導電粒子の平均数を求め、さらに平均数と3 σ (σ は標準偏差である)との差を求めた。この差と異方導電性接着用膜中の導電粒子数との関係を図6に示す。また導電粒子数が20000個/ mm^2 または30000個/ mm^2 の接着用膜におけるパンプ面積とパンプ上の導電粒子数との関係を図7に示す。

【0062】図6からパンプ面積が3000 μm^2 以下の1Cチップの接続においては、パンプ上に確実に5個の粒子を存在させるためには、30000個/ mm^2 以上の粒子が必要であり、また1000 μm^2 では40000個/ mm^2 以上の粒子が必要であることがわかる。

【0063】図7から、パンプ上に必ず5個以上の粒子を存在させるには、20000個/ mm^2 の異方導電性接続用膜ではパンプ面積が5000 μm^2 以上必要であり、30000個/ mm^2 の異方導電性接着用膜ではパンプ面積が3000 μm^2 以上必要であることがわかる。

【図面の簡単な説明】

【図1】導電粒子の圧縮変位と荷重との関係を示すグラフである。

【図2】導電粒子の圧縮歪みとK値との関係を示すグラフである。

【図3】導電粒子の負荷時および除負荷時の圧縮変位と荷重との関係を示すグラフである。

【図4】(a)は高分子核材粒子と金属粒子とをハイブリダイゼーション処理した場合の高分子核材粒子の改質状態を示す断面模式図、(b)は高分子核材粒子と樹脂粒子とをハイブリダイゼーション処理した場合の高分子核材粒子の改質状態を示す断面模式図、(c)は改質高分子核材粒子を金属めっきした状態を示す断面模式図、(d)は(c)の粒子を絶縁性樹脂で被覆した状態を示す断面模式図である。

【図5】本発明の異方導電性接着用膜を用いてパンプと配線パターンとを接続したときの状態を示す垂直断面模式図である。

【図6】異方導電性接着用膜中の導電粒子数に対するパンプ上の導電粒子が存在する確率を示すグラフである。

【図7】パンプ面積に対するパンプ上の導電粒子数の確率を示すグラフである。

【符号の説明】

1 a シリコーンゴム粒子

1 b ベンゾグアナミン粒子

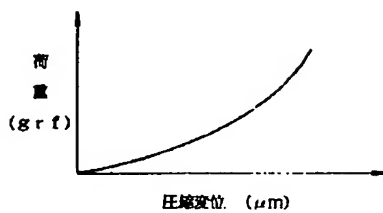
2 ニッケル粒子

3 アクリル/スチレン粒子

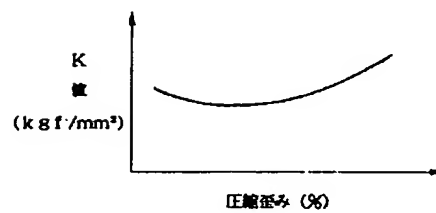
- 4 薄膜
- 5 改質高分子核材粒子
- 6 金属めっき
- 7 導電被覆粒子
- 8 絶縁性樹脂層
- 9 絶縁被覆導電粒子
- 10 異方導電性接着用膜

- 11 平均粒径の小さい導電粒子
- 12 平均粒径の大きい導電粒子
- 13 絶縁性接着剤
- 14 ICチップ
- 15 パンプ
- 16 回路基板
- 17 配線パターン

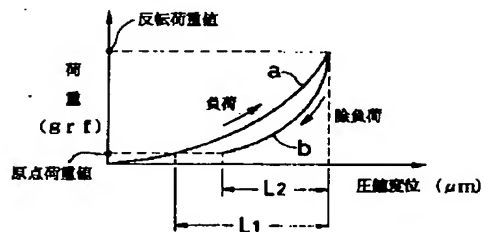
【図1】



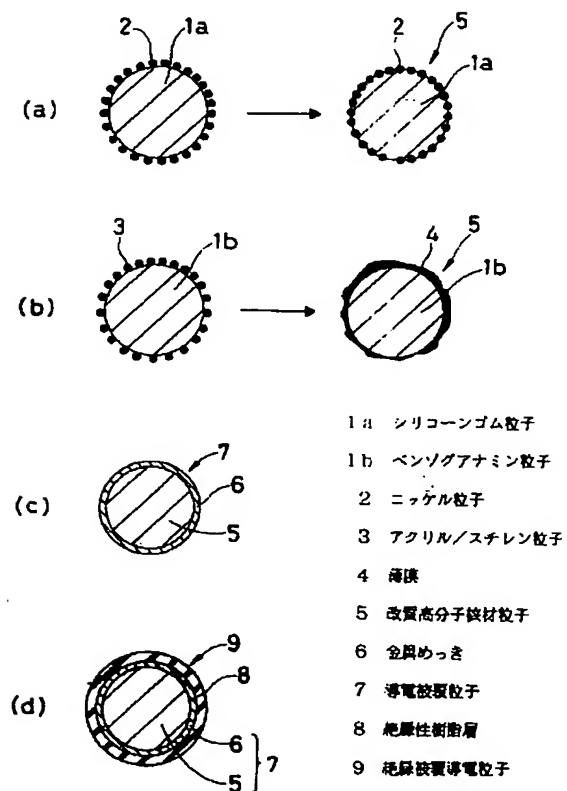
【図2】



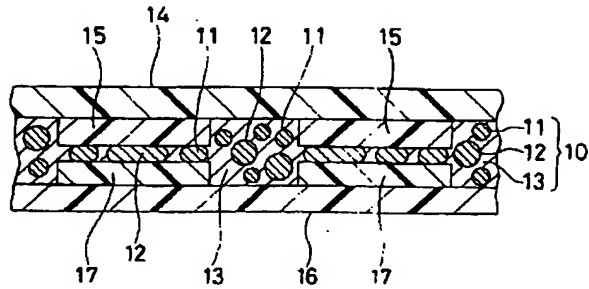
【図3】



【図4】

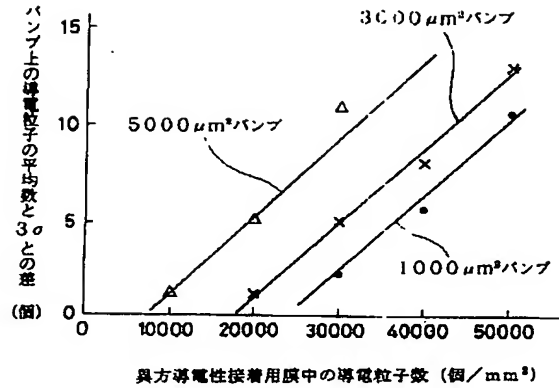


【図5】

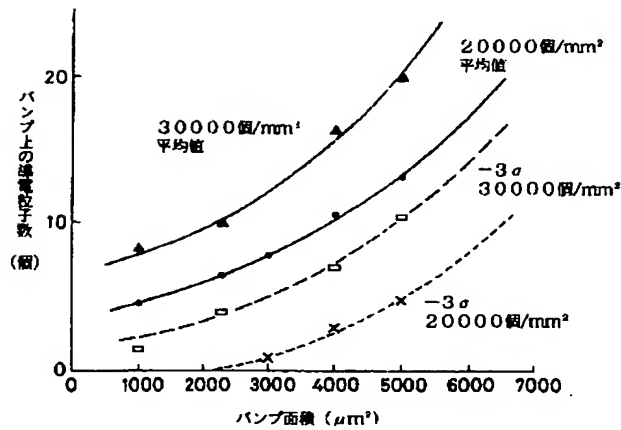


- 10 異方導電性接着用膜
- 11 平均粒径の小さい導電粒子
- 12 平均粒径の大きい導電粒子
- 13 絶縁性接着剤
- 14 ICチップ
- 15 パンプ
- 16 回路基板
- 17 配線パターン

【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 武市 元秀
栃木県鹿沼市さつき町12-3 ソニーケミ
カル株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.